

брежно-морских и эоловых песков голоценового возраста, их малой объемной льдистости (по нашей оценке, не более 5—10%) и значительной мощности сезонноталого слоя в них (до 2,5—2,8 м).

Одним из важных результатов проведенных работ является подтверждение и некоторое уточнение принципиальной схемы динамики Варандейского берегового района, построенной ранее в ПНИЛ по освоению Севера географического факультета МГУ аналитическим методом (путем расчета прибрежных волноэнергетических характеристик) [5]. Из анализа этой схемы и установленного факта отсутствия на подводном береговом склоне значительных запасов песчаных наносов [2] следует ожидать, что в условиях поднятия уровня моря в данном районе (и других сходных с ним морфодинамических районах юго-восточного побережья Баренцева моря) масштабы абразионных процессов в ближайшие десятилетия будут возрастать и, возможно, охватывать новые участки побережья. Этому будет способствовать и прогнозируемое антропогенное потепление климата [1].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Будыко М. И. Климат в прошлом и будущем. Л., 1980.
2. Вейнбергс И. Г. Древние берега советской Балтики и других морей СССР. Рига, 1986.
3. Данилов И. Д. Плейстоцен морских субарктических равнин. М., 1978.
4. Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов. М., 1962.
5. Попов Б. А., Совершаев В. А., Новиков В. Н. и др. Береговая зона морей Печорско-Карского региона // Устойчивость геосистем Севера Западной Сибири. М., 1988.

Поступила в редакцию  
12.02.88

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 5, ГЕОГРАФИЯ. 1989. № 1

УДК 551.482.6(282.254.43)

**В. Н. Михайлов, М. В. Михайлова, А. Ю. Сидорчук**

#### **ФОРМИРОВАНИЕ НОВОЙ ДЕЛЬТЫ ТЕРЕКА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РЕЧНЫХ И МОРСКИХ ФАКТОРОВ**

Терек — одна из самых мутных рек СССР: при среднем годовом стоке воды  $8,7 \text{ км}^3$  она приносит в дельту в среднем ежегодно  $16,1 \text{ млн т}$  наносов (мутность воды  $1,85 \text{ кг/м}^3$ ). Это приводит к большой неустойчивости гидрографической сети обширной ( $6600 \text{ км}^2$ ) дельты реки, до последнего времени проходившей стадию выполнения широкого залива [3]. За последние 500 лет здесь последовательно формировалось семь частных дельт магистральных рукавов. Последняя такая дельта возникла в период 1914—1977 гг. после крупной перестройки гидрографической сети — Каргалинского прорыва. Она состояла из наложенной дельты в плавнях юга дельтовой равнины Терека и приключенной дельты выполнения Аграханского залива. Окончание Каргалинского этапа развития устья Терека сопровождалось полным заилением северной части Аграханского залива, образованием возвышающейся над окружающей местностью гривы из наносов Терека, уменьшением пропускной способности русла в низовьях до  $200\text{—}300 \text{ м}^3/\text{с}$  (при максимальном расходе 1% обеспеченности —  $2190 \text{ м}^3/\text{с}$ ). В этих условиях увеличилась частота затоплений паводочными водами населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий, возникла вероятность ката-

строфической перестройки гидрографической сети дельты и образования нового магистрального рукава [2].

Для уменьшения вероятности такой перестройки и сопутствующих ей наводнений русло Каргалинского прорыва в 40—70-х годах практически на всем протяжении было обваловано, а в 1966—1967 гг. через Аграханский п-ов был прокопан канал (прорезь), сокративший длину Терека на 25 км. Позже его законсервировали, но в январе 1973 г. перемычка в начале канала была прорвана ледоходом, и в течение 10 месяцев Терек выносил наносы на открытое побережье Каспийского моря. По настоянию рыбохозяйственных организаций канал перекрыли. Однако резкое уменьшение пропускной способности русла и угроза затоплений поселков опять привели к необходимости сброса вод Терека по кратчайшему пути в море, и в августе 1977 г. канал вновь открыли. В устьевой области Терека была искусственно прервана стадия формирования дельты выполнения залива и начала образовываться так называемая новая дельта выдвигения на открытое взморье. Ее эволюция разбивается на три периода: 1) с 3 января по 31 октября 1973 г. — поток вышел в море и образовалась пионерная баровая отмель; 2) с 1 ноября 1973 г. по 10 августа 1977 г. — баровая отмель в отсутствие речного стока при перекрытом канале под воздействием морского волнения трансформировалась в морской бар; 3) с 11 августа 1977 г. по настоящее время — после повторного вывода вод Терека в море по каналу продолжается выдвигение новой дельты.

Главными факторами развития новой дельты Терека являются сток воды и наносов реки и морское ветровое волнение, важное влияние оказывают колебания уровня Каспийского моря и развитие дельтовой растительности. Сток воды и наносов (с учетом их гранулометрического состава) в дельту в 1973, 1977—1978 гг. принят по данным в/п Аликазган, расположенного в 20,7 км от береговой линии моря. Так как открытие канала через Аграханский п-ов и сокращение длины Терека вызвали интенсивные размывы его русла, к стоку наносов у Аликазгана добавлены объемы размывов берегов и дна русла [5].

С 1979 г. и по настоящее время сток воды и наносов принят по в/п Дамба в 4,3 км от берега моря. Этот период характеризуется аккумуляцией наносов в канале из-за повышения уровня Каспийского моря и уменьшения уклонов водной поверхности в низовье реки. Объемы аккумуляции вычтены из стока наносов. Уровень моря взят по данным поста Махачкала. Характеристики ветрового волнения, средний поток ветровой энергии на единицу длины морского края дельты и величина вдольберегового потока волновой энергии для береговой линии Аграханского п-ова, правого и левого крыльев дельты рассчитывались по данным о среднемесячных скоростях и повторяемости ветров различных румбов по метеостанции Сулак.

Морфометрические характеристики новой дельты Терека получены путем обработки планшетов съемок и промеров дельты и устьевого взморья, проведенных Бакинским отделением Закавказского научно-исследовательского гидрометеорологического института [1], Терско-Сулакской устьевой станцией, Институтом водных проблем АН СССР (ИВП), Московским университетом (под руководством авторов), Севкавгипроводхозом.

Первый период развития новой дельты Терека (3.01—31.10. 1973 г.) продолжался 10 месяцев. Он характеризовался в целом повышенным стоком воды, значительным стоком наносов, особенно песчаных фракций, поступавших также вследствие размыва дна и берегов русла и канала, умеренным ветровым волнением (таблица). В январе—мае

### Характеристики основных факторов развития новой дельты Терека и ее морфометрия

Дата	Уровень моря, м	Объем наносов, вынесенных на взморье к моменту съемки, тыс. м <sup>3</sup>		Суммарная удельная энергия ветрового волнения к моменту съемки, млн Дж/м	Суммарная вдольбереговая составляющая энергии ветрового волнения***, млн Дж/м			Объем дельты, тыс. м <sup>3</sup>	Площадь дельты с баром, км <sup>2</sup>	Длина дельты, км	Длина дельты с баром, км
		всех фракций	> 0,05 мм		берег Аграханского п-ова	правое крыло	левое крыло				
1. 8.1973	-28,5	8600	2550	43,3	5,6	-5,6	5,6	4400	1,30	0,80	0,88
10—20.10.1974	-28,6	10150	3150	204,6	33,1	-23,0	51,0	4000**	1,60	0,80	0,80
24. 5.1975	-28,8	10150	3150	286,5	55,5	-29,9	83,7	3750**	1,45	0,70	0,70
13. 9.1977	-28,9	10150	3150	629,9	93,5	-73,4	122,1	2850**	1,25	0,67	0,67
30. 5.1978	-28,9	18700	6000	745,4	127,5	-65,4	208,2	6150	1,70	0,67	1,20
26—28. 7.1978	-28,8	23200	6950	761,9	128,6	-67,3	211,1	9690**	2,25	0,67	1,40
20—23. 8.1979	-28,4	29250	8200	936,5	157,3	-111,1	260,4	9750**	2,20	1,02	1,02
15—20. 8.1980	-28,3	31450	8550	1097,2	193,6	-131,9	313,6	11000	2,60	1,06	1,38
23. 8.1981	-28,0	33550	8750	1213,3	208,0	-147,0	341,5	12650	3,00	1,10	1,56
30. 7.1982	-28,0	36900	9100	1344,0	230,8	-152,6	355,5	11600	2,70	1,10	1,37
13—30. 9.1983	-28,0	41250	9550	1515,9	255,0	-171,6	372,4	13450	3,30	1,15	1,42
12. 8.1984	-27,8	43800	9800	1682,8	264,1	-202,7	428,1	15600	3,50	1,22	1,75
3. 9.1987	-27,7	47800*	11100*	2100,3	297,0	-252,8	516,6	15600	3,50	1,09	1,42

\* сток наносов в низовьях в 1987 г. восстановлен по связи со стоком наносов в верхней части дельты Терека; \*\* промер в море не выполнялся, положение изобат получено интерполяцией данных соседних по времени съемок; \*\*\* направление на север принято положительным, на юг — отрицательным.

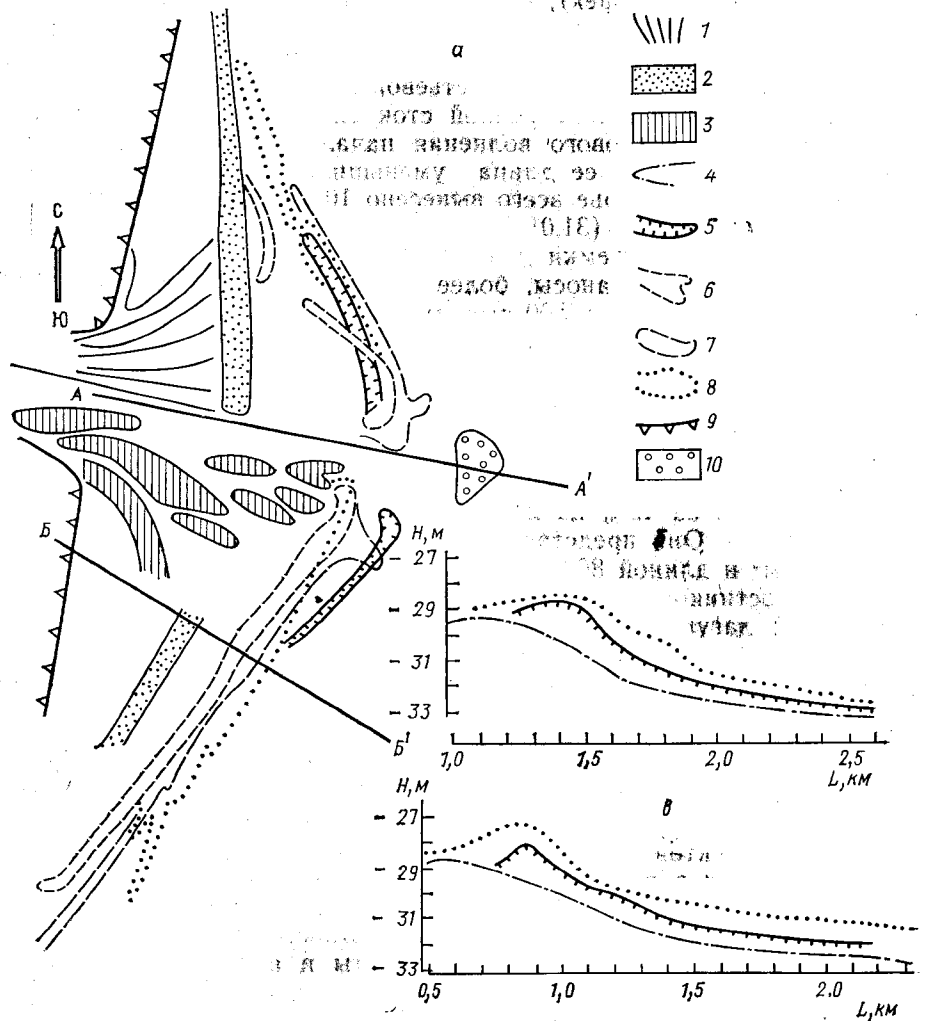
1973 г. в условиях пониженного стока воды выносимые на устьевое взморье наносы в основном уносились ветровым волнением, и скорость выдвигания устьевого бара была невелика. В июне—августе по реке прошли мощные паводки, начался этап интенсивного выдвигания устьевого бара.

В условиях взаимодействия речной струи с ветровым волнением создавался «бунный» эффект, в результате чего в формирование бара было вовлечено значительное количество наносов из вдольберегового потока. Береговая отмель, где аккумулировались также мелкие наносы, начала зарастать тростником. Устьевой бар приобрел черты микродельты. В сентябре—октябре речной сток сильно сократился, в условиях усилившегося ветрового волнения началось распластывание микродельты вдоль берега, ее длина уменьшилась. К концу октября 1973 г. на устьевое взморье всего вынесено 10150 тыс. м<sup>3</sup> речных наносов, из них 3150 тыс. м<sup>3</sup> (31,0%) — фракций крупнее 0,05 мм.

Анализ грунтовой съемки дельты [4] показал, что в ее сложении преобладают песчаные наносы, более мелкие составляют всего 12% веса. Алевриты и пелиты (6500 тыс. м<sup>3</sup>) в основном выносились в море, где образовали ареал смешанных речных и морских грунтов (площадью ~140 км<sup>2</sup>) [1]. Кроме того, в первые и последние месяцы этого периода в море унесено более 800 тыс. м<sup>3</sup> песчаных наносов. Однако на этапе активного выдвигания дельты более 2000 тыс. м<sup>3</sup> наносов, отложившихся в теле дельты, принесено вдольбереговыми потоками. К концу первого периода дельта (объемом 4480 тыс. м<sup>3</sup>) состояла на 51% из речных и на 49% из морских (и речных, переработанных волнением) наносов. Она представляла собой распластаный выступ площадью 1,3 км<sup>2</sup> и длиной 800 м с более массивным северным крылом, поросшим тростником, и с меньшим (в 1,2—1,4 раза) южным крылом, с небольшой лагуной. Углубленная бороздина развернулась на юго-восток навстречу преобладающему волнению (рисунок).

Второй период развития новой дельты Терека (1.11.1973—10.08.1977 г.) продолжался 46,5 месяца при полном отсутствии выноса речных наносов, повышенной энергии ветрового волнения на фоне быстрого понижения уровня Каспийского моря (на 40 см за период по среднегодовым значениям). Морфология морского края обусловила формирование на правом крыле прибрежных вдольбереговых потоков наносов из продуктов разрушения дельты, направленных с севера на юг. Одновременно вдоль левого крыла дельты из продуктов ее разрушения формировались потоки наносов, направленные на север (таблица). Такое соотношение морфологии дельтового выступа и розы ветров предопределило размыв выступа дельты и аккумуляцию наносов вдоль ее крыльев, т. е. распластывание дельты вдоль берега. За 1974—1977 гг. длина дельты сократилась на 130 м, а ее протяженность вдоль берега увеличилась с 2,3 до 3,5 км. Одновременно происходил поперечный берегу волновой перенос наносов, который из-за несоответствия крутизны морского склона дельты устойчивому уклону берегового склона открытого побережья привел к выполаживанию уклонов дна. К середине 1975 г. крутизна морского склона уменьшилась с 0,01 до 0,004. При этом стал формироваться оконтуривающий дельту морской серповидный бар, в середине 1974 г. он вышел из-под уровня воды в своей центральной части, а к концу 1975 г. уже обрамлял всю дельту, отделив от моря мелководные лагуны. Выходу морского бара на поверхность способствовало понижение уровня моря. Образование бара в 1974 г. несколько увеличило площадь поверхности дельты, однако дальнейший размыв морского склона уменьшил ее площадь и объем.

Всего за второй период эволюции дельты поперечные волновые течения унесли в море 1650 тыс. м<sup>3</sup> песчаных наносов. Деятельность вдольбереговых потоков наносов привела к менее интенсивному размыву правого крыла, так как здесь аккумуляровалась часть наносов, пере-



Развитие новой дельты Терека в плане (а), по профилям А—А' (б) и Б—Б' (в). Условные обозначения: 1 — дельта 1973 г.; 2 — морской бар 1974—1977 гг.; 3 — дельта 1978—1979 гг., морские бары (а) и мористый склон дельты (б, в) в годы: 4 — 1978, 5 — 1980, 6 — 1982—1983, 7 — 1984, 8 — 1987; 9 — берег Аграханского п-ова; 10 — устьевой бар

мещаемых вдоль берега Аграханского п-ова с юга на север. Изменение соотношения объемов левого и правого крыльев дельты (с 1,4 до 0,7) за этот период позволяет оценить объем этой аккумуляции в 615 тыс. м<sup>3</sup>, т. е. не более 20% среднего объема вдольберегового потока наносов. Основная часть наносов вдольберегового потока, видимо, транзитом обходила дельтовый выступ в области больших глубин.

В третьем, основном периоде выдвижения дельты Терека (с 11.08.1977 г. и по настоящее время) выделяются два этапа: осень 1977—осень 1978 г. — ускоренного выдвижения и современный этап замедленного выдвижения. Ускоренное выдвижение связано с повторным размывом дна и берегов русла в низовьях Терека и в канале после открытия прорези и с поступлением на взморье большого количества песчаных наносов. Цепь морских баров, образовавшихся в 1974—1977 гг., была прорвана, и на отлогом взморье начал формироваться устьевой бар новой генерации. К маю 1978 г. его длина составила более 500 м. Летом 1978 г. на Тереке прошли мощные паводки, а из-за увеличения пропускной способности русла в результате предшествующего размыва впервые за историю развития русла Каргалинского прорыва в низовье реки наблюдались расходы воды более 800 м<sup>3</sup>/с. Мощная речная струя образовала на устьевом взморье систему дельтовых осередков, многие из которых к концу 1978 г. поросли тростником и превратились в острова. К осени 1978 г. длина этой островной системы составила 700 м, а общая длина новой дельты Терека — 1400 м. Взаимодействие речной струи с волнением и «бунный» эффект привели к аккумуляции здесь большого количества наносов из вдольберегового потока. Всего за этап ускоренного выдвижения дельты к сентябрю 1978 г. на взморье было вынесено 13 000 тыс. м<sup>3</sup> наносов, из них 3 850 тыс. (30%) крупнее 0,05 мм. Объем новой дельты Терека увеличился на 6 860 тыс. м<sup>3</sup>. Таким образом, не менее 2 500 тыс. м<sup>3</sup> (около 40% объема дельты) составили морские наносы.

Замедление выдвижения новой дельты Терека в 1979—1987 гг. связано, с одной стороны, с резким уменьшением количества поступающих в дельту наносов вследствие: 1) малой естественной водности 1979, 1983 и 1985 гг.; 2) отбора в 1980—1987 гг. 30—40% стока воды и наносов в Кубякинский канал, созданный для поддержания обводнения бывшей северной части Аграханского залива; 3) повышения уровня Каспийского моря, сопутствующего этому уменьшению уклонов в низовьях Терека и аккумуляции здесь на отрезке русла длиной 44 км за 1979—1987 гг. 4 900 тыс. м<sup>3</sup> в основном песчаных наносов (из них ниже в/п Дамба — 1 570 тыс. м<sup>3</sup>). С другой стороны, повышение уровня Каспийского моря повлекло за собой относительное увеличение энергии ветрового волнения, способствующего разрушению конуса выноса.

В 1979 г. вдоль морского края дельты (сформировавшейся к концу 1978 г.), несколько срезав его в центральной части, образовалась вторая цепь морских баров, на большем своем протяжении затопленных морем, среднегодовой уровень которого скачкообразно повысился в 1978—1979 гг. на 50 см. В 1980 г. эти бары вышли на поверхность, а в 1982—1984 гг. их северные и южные концы примкнули к коренным берегам Аграханского п-ова. Морскими барами были отчленены от моря лагуны второй генерации общей площадью более 1,5 км<sup>2</sup>. Уже в 1979—1980 гг. левая лагуна была отделена от русловой бороздины прирусловой гривой, заросшей тростником. В 1979 г. в правую лагуну поступала большая часть стока наносов Терека, а в 1980 г. — 20% стока (причем только мелких), к 1983 г. и правая лагуна была полностью отрезана от русла прирусловой гривой, заросшей тростником. В незаиляющихся лагунах по мере повышения уровня моря глубина увеличивалась, и они стали важной основой для формирующейся экосистемы новой дельты Терека.

В центральной части дельтового выступа обе цепи морских баров разделены русловой бороздиной новой дельты Терека, ориентированной

в целом перпендикулярно преобладающему направлению волновых фронтов. В бороздине сформировалась серия осередков, между которыми блуждает стрежень потока, изменяя свое положение после каждого паводка. В устье бороздины во время летних паводков формируется устьевой бар, который к началу паводочного сезона следующего года разрушается в основном зимними штормами. Еще в 1980 г. устьевой бар состоял на 85—90% из песчаных наносов, но уже в 1983 г. в связи с уменьшением их поступления в дельту большая часть наносов, слагающих бар (66% по весу), представляла собой алевриты и пелиты, а в 1987 г. эти фракции составляли практически весь объем устьевого бара.

При размыве устьевого бара основная часть песчаных наносов транспортируется вдоль левой части морского бара новой дельты Терека. Это приводит к его повышенной динамичности (прирусловая часть бара то выдвигается в море, то смещается к берегу), а в среднем — к стабильному положению морского края дельты. Прирусловой участок правой части бара, где ощущается дефицит наносов, интенсивно отступал к берегу со скоростью 100 м/год, в 1983—1987 гг. это смещение резко замедлилось до 10 м/год, так как размыв достиг слежавшихся илистых отложений дна лагуны, густо поросшего тростником. В то же время прибрежный участок правой части морского бара выдвигается в море со скоростью 20 м/год вследствие аккумуляции здесь наносов, перемещающихся как вдоль бара с севера на юг, так и вдоль берега Аграханского п-ова с юга на север. Отметки дна морского склона дельты увеличились здесь на 0,8—1 м (рисунок, в).

В целом длина новой дельты Терека за этап замедленного выдвигания не увеличилась, но стали больше на 1,2 км ее площадь (вследствие расширения дельты вдоль берега) и объем (на 5 900 тыс. м<sup>3</sup>). На взморье за этот этап было вынесено 24 600 тыс. м<sup>3</sup> речных наносов, из них 4 100 тыс. м<sup>3</sup> крупнее 0,05 мм (16,7%) (таблица). Однако в дельте отложилось не более 2 000 тыс. м<sup>3</sup> песчаных наносов, в основном в области аккумуляции на правом крыле. В условиях повышения уровня Каспийского моря резко возросла роль аккумуляции алевритовых и пелитовых наносов: более 1 000 тыс. м<sup>3</sup> мелких наносов отложилось на поверхности дельты слоем мощностью 1,0—1,5 м, не менее 2 000 тыс. м<sup>3</sup> мелких наносов аккумуляировалось на морском склоне дельты. В общей сложности за этап замедленного выдвигания дельты мелкие наносы составили более половины объема аккумуляции. Более 1 000 тыс. м<sup>3</sup> морских наносов поступило на нижнюю часть морского склона дельты вследствие перестройки профиля берегового склона при повышении уровня Каспийского моря.

К началу 1988 г. новая дельта Терека имеет следующие параметры: длина 1,09 км, длина с устьевым баром 1,4—1,75 км, площадь 3,50 км<sup>2</sup>, объем 15 600 тыс. м<sup>3</sup>, и в ней выделяются формы всех периодов развития (рисунок).

Современный этап замедленного выдвигания новой дельты Терека заканчивается. Полностью заилен Кубякинский канал, и с осени 1987 г. практически весь сток наносов Терека начал поступать в устье. Если уровень Каспийского моря будет продолжать повышаться, скорость выдвигания дельты не будет значительной. Продолжится аккумуляция наносов на поверхности дельты и в русле Терека. Однако в условиях понижения уровня Каспийского моря следует ожидать существенной активизации выдвигания новой дельты Терека на открытое взморье.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азимов С. А., Керимов А. А., Штейнман Б. С. Процессы дельтообразования рек западного побережья Каспийского моря и вопросы рационального использования природных ресурсов устьевых областей. Л., 1986.
2. Алексеевский Н. И., Михайлов В. Н., Сидорчук А. Ю. Процессы дельтообразования в устьевой области Терека//Водные ресурсы. 1987. № 5.
3. Байдин С. С., Скриптунов Н. А., Штейнман Б. С., Ган Г. Н. Гидрология устьевых областей Терека и Сулака. М., 1971.
4. Гришин Н. Н., Дебольский В. К., Красножон Г. Ф., Котков В. М., Семенов С. С. О начальной стадии формирования устьевого участка реки (на примере р. Терек)//Водные ресурсы. 1975. № 6.
5. Никулин А. С., Погоцкий М. Я., Алексеевский Н. И., Сидорчук А. Ю. Перестройка продольного профиля р. Терек в условиях увеличения уклона водной поверхности//Антропогенные процессы и охрана геологической среды в Предкавказском регионе. Пятигорск, 1981.

Поступила в редакцию  
03.03.88

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 5, ГЕОГРАФИЯ. 1989. № 1

УДК 551.435.16

Е. Ф. Зорина, И. Г. Каташ, С. Д. Прохорова

### КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА НЕРАВНОМЕРНОСТИ ОВРАЖНОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ

Появление и развитие оврагов — процесс, обусловленный сочетанием многих природных и антропогенных факторов. На распространение оврагов влияют как зональные почвенно-климатические условия, так и особенности территории: характер рельефа, состав грунтов, различные сопутствующие природные процессы: оползни, карст и т. п. Среди антропогенных факторов назовем давность и тип хозяйственного освоения территории.

Исключительная многофакторность процесса оврагообразования является причиной крайне неравномерного распространения оврагов. Следует отметить, что пестрота характерна для всех показателей современной овражности: густоты, плотности, частоты. Натурные обследования показывают, что даже соседние балочные водосборы поражаются оврагами в разной степени, в ряде водосборов овражная эрозия отсутствует полностью. Различная заовраженность территорий с близкими природными характеристиками обуславливается также тем, что многие из них (в частности, микрорельеф склонов, сопутствующие процессы, характер использования земель, особенности распашки и т. д.), нередко являющиеся главными факторами появления оврагов, не могут быть учтены по картам.

На получаемые расчетным путем показатели овражности существенное влияние оказывает метод их определения. Густотой и плотностью овражной эрозии может характеризоваться регион в целом, когда суммарное количество оврагов и их протяженность относятся к его общей площади. Это же количество и протяженность могут быть отнесены только к площади пахотных земель региона, где фактически развивается овражная эрозия, а также к площади водосборных бассейнов, непосредственно являющихся местом развития оврагов. Различия в показателях овражности юга Нечерноземной зоны РСФСР (Орловская, Рязанская, южная часть Тульской области), рассчитанных указанными способами, представлены в табл. 1.

При оценке овражности крупных регионов представляют интерес